

《操作系统》 自编作业手册

翟高寿

北京交通大学计算机学院

2008 年 2 月编

2016 年 2 月第 6 次修订

2017 年 2 月第 7 次修订

2018 年 3 月第 8 次修订

编修说明

《操作系统》自编作业手册综合根据自编教材初稿、自制电子课件、汤子瀛教科书旧版、汤子瀛教科书新版、自编《系统程式》、参编《操作系统原理》等完成。

第一章 操作系统引论

习题

- 1.1 什么是操作系统？用自己的话谈谈你对操作系统概念的认识与理解。
- 1.2 设想由你自己负责组织一个项目团队来构建操作系统，你应当要求项目成员事先学习和掌握哪些硬件基础知识？并给出你对相关知识的理解与总结。
- 1.3 什么是输入输出重定向？什么是管道联接？分别加以举例说明。
- 1.4 试阐述程序接口与用户交互接口（即命令接口和图形化接口）之间的关系？并给出你对系统调用实现机制及处理过程的完整理解与总结。
- 1.5 谈谈你对脱机 I/O 和联机 I/O 的认识与理解。
- 1.6 试从多个角度来阐述单道/多道批处理系统与分时系统及实时系统的区别。
- 1.7 谈谈你对操作系统应当具备的资源管理功能（包括所引入的核心概念）的认识与理解。为保证资源的有效管理与控制，操作系统于是体现出哪些特征？
- 1.8 操作系统的基本设计原则有哪些？谈谈你对操作系统发展历程中所采用的几种结构的认识与理解。

实验课题 1

Linux 命令解释程序设计与实现：

- I. 自己选取和设计一组联机命令，可通过调用系统内核过程加以实现或仅仅在屏幕上显示命令自身（算是虚化实现），至少一条命令如文件拷贝的处理牵涉到系统调用；
- II. 设计和构建命令解释程序并替换原 Linux 命令解释程序 Shell 启动系统和运行测试；
- III. 撰写实验报告，阐述开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、编译运行测试过程及结果截图、结论与体会等；
- IV. 要求提交实验报告、源程序及 Makefile 文件（如果有的话）。
- V. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 2

最简操作系统设计与实现：

- I. 实现二次装入引导过程；
- II. 以嵌入式汇编指令实现的 C 程序内核可非常简单（注意可执行程序格式）；
- III. 撰写实验报告，阐述开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、编译运行测试过程及结果截图、结论与体会等；
- IV. 要求提交实验报告、可加载到虚拟机的镜像文件、源程序及 Makefile 文件（如果有的话）。
- V. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 3

Linux 启动初始化过程设计探析：

- I. 研读 Linux 内核源码（任意版本均可），探析基于 x86 平台的 Linux 系统引导、启动及初始化直到登陆环节的整个过程。
- II. 提交对应源码分析报告、Linux 内核源码及相关参考资料。
- III. 可选提交材料（动画或视频演示）

第二章 进程管理

习题

- 2.1 比较程序的顺序执行和并发执行。
- 2.2 比较程序和进程。
- 2.3 试对进程的状态及状态转换进行总结，注意状态转换的物理含义及转化条件。
- 2.4 试举例说明引起进程创建、撤消、阻塞或被唤醒的主要事件分别有哪些？
- 2.5 试根据你自己的理解，采用类 C 语言设计和描述操作系统关于进程控制块的数据结构、组织方式及管理机制。在此基础上，给出进程的创建、终止、阻塞、唤醒、挂起与激活等函数原型及函数代码。注意，对于过于复杂的功能或你无法解决的细节可采用指定功能的函数模块如处理机调度 `scheduler()` 来替代。
- 2.6 什么是临界资源和临界区？试举例说明。并谈谈你对进程同步机制准则的理解。
- 2.7 试阐述你对整型信号量机制与记录型信号量机制的完整理解以及 AND 型信号量机制与一般信号量集机制的基本思想。
- 2.8 在生产者—消费者问题中，如果缺少了 `signal(full)` 或 `signal(empty)`，对执行结果会有何影响？
- 2.9 在生产者—消费者问题中，如果将两个 `wait` 操作即 `wait(full)` 和 `wait(mutex)` 互换位置；或者是将 `signal(mutex)` 与 `signal(full)` 互换位置，结果会如何？
- 2.10 [必做] 我们为某临界资源设置一把锁 `W`，当 `W=1` 时，表示关锁；`W=0` 时，表示锁已打开。试写出开锁原语与关锁原语，并利用它们去实现互斥。
- 2.11 试修改下面生产者—消费者问题解法中的错误：

```
producer:
begin
  repeat
    .....
    produce an item in nextp;
    wait(mutex);
    wait(full);
    buffer(in): =nextp;
    signal(mutex);
  until false;
end
```

```
consumer:
begin
  repeat
    wait(mutex);
    wait(empty);
    nextc:=buffer(out);
    out:=out+1;
    signal(mutex);
    consume item in nextc;
  until false;
end
```

- 2.12 **[必做]** 试利用记录型信号量写出一个不会出现死锁的哲学家进餐问题的算法。
- 2.13 **[必做]** 在测量控制系统中的数据采集任务，把所采集数据送一单缓冲区；计算任务从该单缓冲区中取出数据进行计算。写出利用信号量机制实现两者共享单缓冲的同步算法。
- 2.14 **[必做]** 给出基于记录型信号量机制的读者优先的读者-写者问题的同步解决方案。
- 2.15 简明扼要地谈谈你对各种进程通信方式的认识与理解，并着重就消息缓冲队列通信机制进行分析与描述。
- 2.16 为什么要引入管程？并就管程的组成和同步互斥机理展开简明扼要的讨论。
- 2.17 为什么要引入线程？其与进程之间存在哪些区别与联系？从实现方式看，有哪些类型的线程，并加以扼要说明。
- 2.18 简述线程间的同步与互斥机制。

实验课题 4

进/线程同步机制应用编程、设计实现与分析比较：

- I. 通过观察共享数据资源但不受控制的两个线程的并发运行输出结果，体会同步机制的必要性和重要性。然后利用现有操作系统提供的同步机制编程实现关于该两个线程的有序控制，同时要求根据同步机制的 **Peterson** 软件解决方案尝试自己编程实现同步机制和用于同一问题的解决，并基于程序运行时间长短比较两种同步机制。
- II. 撰写实验报告，阐述实验目的、实验目标、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、测试方案与过程及运行效果、结论与体会等。
- III. 要求提交实验报告、源程序及可执行程序。
- IV. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 5

利用 Windows 下的 VC++ 或者 Linux 下的 C 或 C++ 编程模拟解决各种进程同步问题：

- I. 生产者-消费者问题；读者优先的读者-写者问题；写者优先的读者-写者问题；读者数限定的读者-写者问题；哲学家就餐问题
- II. 撰写实验报告，阐述实验目的、实验目标、开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、测试方案与过程及运行效果、结论与体会等。
- III. 要求提交实验报告、源程序及可执行程序。
- IV. 可选提交材料（动画或视频演示）

第三章 处理机调度与死锁

习题

- 3.1 谈谈你对处理机调度模型及各级调度机制的认识与理解。
- 3.2 选择调度方式和调度算法时，应遵循哪些准则？并请分析比较各种调度算法的基本思想、关键要领、优缺点及适用场合。
- 3.3 谈谈你对死锁的概念、产生原因及其必要条件的认识与理解。同时并就死锁的各种处理策略展开讨论。
- 3.4 **必做** 在课本关于银行家算法的例子中，如果 P_0 发出的请求量由 $Request_0$ (0,2,0)改为 $Request_0$ (0,1,0)，问系统可否将资源分配给它？

实验课题 6

处理器调度算法实现、验证与比较：

- I. 先来先服务调度算法、短作业（/进程）优先调度算法、高优先权优先调度算法、高响应比优先调度算法、时间片轮转调度算法、多级反馈队列调度算法
- II. 随机发生作业到达（或进程创建）事件，并显示调度过程明细
- III. 撰写实验报告，阐述实验目的、实验目标、开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、测试方案与过程及运行效果、结论与体会等。
- IV. 要求提交实验报告、源程序及可执行程序。
- V. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 7

Linux 处理器调度机制及相关调度算法分析：

- I. 研读 Linux 内核源码（任意版本均可），Linux 处理器调度机制及特定调度算法设计机理。
- II. 提交对应源码分析报告、Linux 内核源码及相关参考资料。
- III. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 8

银行家算法实现及验证测试：

- I. 运用银行家算法和死锁避免策略实现系统资源的安全分配；事先约定系统提供的资源类型及数量明细；随机发生进程创建事件（伴随最大需求向量）、资源请求事件（伴随资源申请向量）及撤销事件。
- II. 撰写实验报告，阐述实验目的、实验目标、开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、测试方案与过程及运行效

果、结论与体会等。

III. 要求提交实验报告、源程序及可执行程序。

IV. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 8A

死锁检测算法设计、实现及验证测试：

I. 基于事先约定的系统资源类型及总量明细，随机发生进程资源状态，即进程资源需求向量和资源占用向量，检查验证系统是否陷入死锁状态。

II. 撰写实验报告，阐述实验目的、实验目标、开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、测试方案与过程及运行效果、结论与体会等。

III. 要求提交实验报告、源程序及可执行程序。

IV. 可选提交材料（动画或视频演示）

第四章 存储器管理

习题

- 4.1 谈谈你对程序处理过程及内存管理相关概念与关键问题的认识与理解。同时并就各种可能的程序链接方式和程序装入方式进行比较和展开讨论。
- 4.2 从内存管理的各个方面比较单一连续分配、固定分区分配、动态分区分配以及动态可重定位分区等存储管理方式的异同，特别注意相关数据结构和算法的理解。
- 4.3 谈谈你对覆盖技术与对换技术的认识与理解。
- 4.4 从内存管理的各个方面谈谈你对基本分页存储管理方式的认识与理解，包括相关数据结构和算法以及页面大小选择、多级页表和反置页表等。
- 4.5 从内存管理的各个方面谈谈你对基本分段存储管理方式的认识与理解，包括相关数据结构和算法等。
- 4.6 比较分页存储管理与分段存储管理的异同。
- 4.7 简要阐述段页式存储管理方式的基本原理。
- 4.8 谈谈你对虚拟存储器的概念、特征及其软硬件技术支持的认识与理解。
- 4.9 试从内存分配、页表机制、地址变换、缺页中断以及调页过程等方面谈谈你对请求分页存储管理系统的认识与理解。
- 4.10 什么是抖动？如何计算缺页率？阐述和比较各种页面置换算法的基本流程和实现要领。
- 4.11 **[必做]**某虚拟存储器的用户空间共有 32 个页面，每页 1KB，主存 16KB。假定某时刻系统为用户的第 0、1、2、3 页分别分配的物理块号为 5、10、4、7，试将虚拟地址 0A5C 和 093C 变换为物理地址。
- 4.12 **[必做]**某请求分页系统采用 LRU 页面置换算法，假定一个作业的页面走向为 4、3、2、1、4、3、5、4、3、2、1、5，当分配给该作业的物理块数 M 分别为 3 和 4 时，试计算访问过程中所发生的缺页次数和缺页率，并比较所得结果。
- 4.13 试从内存分配、段表机制、地址变换、缺段中断以及调段过程等方面谈谈你对请求分段存储管理系统的认识与理解。
- 4.14 分别阐述分段共享和分段保护的实现要领。
- 4.15 计算机系统的虚拟存储器，其最大容量和实际容量分别取决于哪些因素？可通过哪些途径来提高内存利用率？

实验课题 9

页面淘汰算法实现、验证与比较：

- I. 设计和实现最佳置换算法、随机置换算法、先进先出置换算法、最近最久未使用置换算法、简单 Clock 置换算法及改进型 Clock 置换算法；通过支持页面访问序列随机发生及直接初始化给定两种方式实现有关算法的测试比较。
- II. 撰写实验报告，阐述实验目的、实验目标、开发/运行/测试环境、实验步骤、

技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、测试方案与过程及运行效果、结论与体会等。

III. 要求提交实验报告、源程序及可执行程序。

IV. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 10

模拟内存管理设计与实现：

I. 模拟实现动态分区内存管理机制。设计和实现关于内存管理的内存布局初始化及内存申请分配、内存回收等基本功能操作函数，尝试对 256MB 的用户内存空间进行动态分区方式模拟管理。内存分配的基本单位为 1KB，同时要求支持至少两种分配策略，并进行测试和对不同分配策略的性能展开比较评估。要求随机发生进程创建事件（包括进程运行时间及申请内存空间大小）。

II. 撰写实验报告，阐述实验目的、实验目标、开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、测试方案与过程及运行效果、结论与体会等。

III. 要求提交实验报告、源程序及可执行程序。

IV. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 11

Linux 内存管理机制及页面淘汰算法分析：

I. 研读 Linux 内核源码（任意版本均可），从基本思想和总体方案、系统启动及保护模式进入、内存分配与回收、地址映射（包括缺页中断处理及内存扩充、内存保护）等方面探析其内存管理实现机制。

II. 提交对应源码分析报告、相应 Linux 内核源码及相关参考资料。

III. 可选提交材料（动画或视频演示）

第五章 设备管理

习题

- 5.1 试从操作系统设备管理的角度谈谈你对计算机输入输出系统的组成结构及组成要素的认识与理解。
- 5.2 比较和阐述各种 I/O 控制方式的技术实现要领。
- 5.3 谈谈你对操作系统设备管理的目标、功能及层次结构设计认识与理解。
- 5.4 为什么要引入缓冲机制？主要有哪些缓冲类型？并就循环缓冲和缓冲池的组织与实现机制展开详细阐述。
- 5.5 为什么在单缓冲情况下，系统对一块数据的处理时间为 $\max(C, T)+M$ ？
- 5.6 为什么在双缓冲情况下，系统对一块数据的处理时间为 $\max(T, C)$ ？
- 5.7 谈谈你对设备分配的关键问题和解决方案的认识与理解，特别提请关注相应数据结构的设计、设备独立性、分配策略与分配算法及假脱机技术等。
- 5.8 谈谈你对设备处理程序的功能、特点、实现方式及设备驱动进程与中断处理过程的认识与理解。
- 5.9 谈谈你对磁盘设备管理的基本任务和磁盘访问及速度提高、磁盘调度算法、高速缓冲等关键问题与技术要领的认识与理解。
- 5.10 谈谈你对从一个用户进程提出磁盘输入输出请求到完成该请求的整个过程的认识与理解。

实验课题 12

Linux 设备驱动程序设计与实现：

- I. 基于 Linux 设计和实现一种设备驱动程序，并启用调试和运行，深入领会和理解相应操作系统设备管理的体系结构以及设备驱动程序的设计框架、工作机理和设计要领。
- II. 撰写实验报告，阐述开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、编译运行测试过程及结果截图、结论与体会等；
- III. 要求提交实验报告、源程序、可执行程序及 Makefile 文件（如果有的话）。
- IV. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 13

Windows 设备驱动程序设计与实现：

- I. 基于 Windows 设计和实现一种设备驱动程序，并启用调试和运行，深入领会和理解相应操作系统设备管理的体系结构以及设备驱动程序的设计框架、工作机理和设计要领。
- II. 撰写实验报告，阐述开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、编译运行测试过程及结果截图、结论与体会等；
- III. 要求提交实验报告、源程序、可执行程序及 Makefile 文件（如果有的话）。

IV. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 14

Linux 设备驱动程序设计探析：

- I. 研读 Linux 内核源码（任意版本均可），探析 Linux 设备管理体系结构及特定设备驱动程序的设计框架、工作机理和设计实现要领。
- II. 提交对应源码分析报告、Linux 内核源码及相关参考资料。
- III. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 14A

磁盘调度算法设计、实现及验证测试：

- I. 设计和实现先来先服务磁盘调度算法、最短寻道时间优先磁盘调度算法、扫描算法、循环扫描算法、FSCAN 算法。分别针对一定时间区间随机发生的磁盘访问事件（磁道号）和确定的一组磁盘访问事件（磁道号），利用相应的磁盘调度算法实现调度过程，并对有关算法性能（平均寻道数）进行评价。
- II. 撰写实验报告，阐述实验目的、实验目标、开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、测试方案与过程及运行效果、结论与体会等。
- III. 要求提交实验报告、源程序及可执行程序。
- IV. 可选提交材料（动画或视频演示）

第六章 文件管理

习题

- 6.1 阐述文件管理的目标、功能及技术手段，并就文件系统层次结构模型进行讨论。
- 6.2 分别就数据项、记录、关键字和文件的概念进行解释，并就文件的分类展开讨论。
- 6.3 通常，文件系统应提供哪些基本文件操作类型？并就其功能实现分别进行简要说明。
- 6.4 什么是文件的逻辑结构？其基本设计要求是什么？并就主要的文件逻辑结构类型特别是顺序文件、索引文件、索引顺序文件等从组织结构、检索方法、检索速度和存储费用等方面展开简明扼要的说明和讨论。
- 6.5 什么是文件的物理结构？其基本设计要求是什么？并就主要的文件物理结构类型及外存分配方式展开简明扼要的说明和讨论。
- 6.6 **[必做]** 假定盘块的大小为 4KB，对于 10GB 的硬盘，其文件分配表需占用多少存储空间？当硬盘容量为 40GB 时，文件分配表又需占用多少存储空间？
- 6.7 **[必做]** 假如盘块的大小为 4KB，每个盘块号占 4 个字节，在两级索引分配时，允许的最大文件是多少？
- 6.8 文件存储空间管理的基本目标是什么？关于空闲存储空间的管理通常可基于哪些数据结构及方法进行描述和管理？并逐一进行简要说明。
- 6.9 **[必做]** 计算机系统利用下面的位示图来管理空闲盘块，盘块大小为 1KB，现要为某文件分配两个盘块，试说明盘块分配的具体过程。
- | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
- 6.10 **[必做]** 某计算机系统磁盘容量为 520MB，盘块大小为 1KB。其中前 4MB 用于存放索引结点等，后 10MB 用作对换区，采用成组链接法管理外存空间，每组 100 个盘块。试画出外存尚未使用的成组链接图。
- 6.11 文件目录管理的基本要求有哪些？从索引结点和目录结构等两方面阐述目录管理技术的演化发展，并就树形目录结构中文件的按名存取和目录检索技术举例展开详细说明。
- 6.12 阐述文件共享的概念及必要性，并从基本思想和优缺点评析等角度就绕弯路法、连访法以及基于基本目录、索引结点、符号链的文件共享方式展开讨论。
- 6.13 影响文件系统安全的主要因素有哪些？如何构建完备的文件系统安全管理体系？并着重就存取控制机制的实现及访问矩阵的优化、磁盘容错技术及所涉关键概念等展开讨论。
- 6.14 谈谈你对数据的一致性问题的认识以及事务、检查点等概念与恢复算法和并发控制技术的认识与理解，并着重就几种典型的重复数据一致性问题及其解决方案

进行讨论。

6.15 综合分析可通过哪些途径改善文件系统的性能？

6.16 内存管理和外存管理有哪些异同？试展开深入的分析 and 说明。

实验课题 15

文件系统模拟设计与实现：

- I. 模拟实现特定类型的文件系统（如 FAT 文件系统）。设计和实现相应文件系统格式的模拟磁盘卷及其 I/O 系统的文件存取操作基本功能函数，深入领会和理解文件系统的体系结构、工作原理和设计要领。
- II. 撰写实验报告，阐述开发/运行/测试环境、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、编译运行测试过程及结果截图、结论与体会等；
- III. 要求提交实验报告、源程序及 Makefile 文件（如果有的话）。
- IV. 可选提交材料（动画或视频演示）

实验课题 16

Linux 文件系统设计探析：

- I. 研读 Linux 内核源码（任意版本均可），探析特定文件系统（EXT2/EXT3/EXT4/FAT/HPFS/JFS/NTFS/OMFS/PROC/RAMFS/ROMFS/UDF/XFS 任选其一）标准规范及系统实现机制。
- II. 提交对应源码分析报告、Linux 内核源码及相关参考资料。
- III. 可选提交材料（动画或视频演示）